

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-244458

(43)Date of publication of application : 02.09.1994

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 05-055074

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 19.02.1993

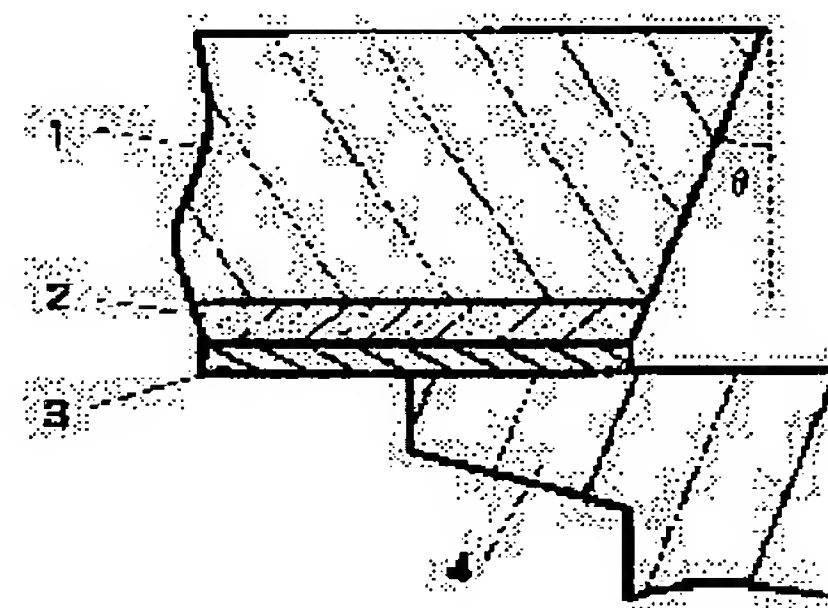
(72)Inventor : TANAKA MASANOBU  
NAKAMURA SHUJI

## (54) BLUE-COLOR-LIGHT EMITTING DIODE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the light emitting efficiency of a blue-color LED without a reflecting plate such as a cup by effectively utilizing the light emitted from the side surface of a light emitting element utilizing a gallium-nitride-based compound semiconductor, and taking out the light to the side of the observing surface.

**CONSTITUTION:** A light emitting element comprises at least a light transmitting substrate 1 and a gallium-nitride-based compound semiconductor 2, which is formed on the light transmitting substrate. With the light transmitting substrate 1 of the light emitting element up, the element is mounted on a lead frame 4. The entire light emitting element is sealed with a resin mold 5. In this blue-color-light emitting diode, the side surface of the light emitting element is cut at an acute angle  $\theta$  downward from the upper surface of the light transmitting substrate.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.04.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.03.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2964822

[Date of registration] 13.08.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-05669

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 07.04.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Blue light emitting diode with which a light emitting device consists of a gallium nitride system compound semiconductor by which the laminating was carried out at least to the translucency substrate and this translucency substrate, and the side face of said light emitting device is further characterized by being cut from the direction of a vertical on the top face of a translucency substrate by the acute angle theta in the blue light emitting diode which lays on a leadframe and comes to close the whole light emitting device by resin mold by using the translucency substrate of this light emitting device as a top face.

[Claim 2] Said acute angle theta is blue light emitting diode according to claim 1 characterized by having the relation of  $\theta \geq \sin^{-1}(n_2/n_1)$ , when the refractive index of  $n_1$  and said resin mold is set to  $n_2$  for the refractive index of said translucency substrate.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the blue light emitting diode (henceforth blue LED) which has the light emitting device by which the laminating of the gallium nitride system compound semiconductor was carried out on the translucency substrate, especially relates to the structure of the details of this light emitting device.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, gallium nitride system compound semiconductors, such as GaN, InGaN, GaAlN, and InAlGaN, are known as an ingredient of the light emitting device of blue LED. The structure of the conventional blue LED which has a light emitting device using these gallium nitride system compound semiconductor is shown in drawing 2. It is the resin mold which the electrode with which the gallium nitride system compound semiconductor (henceforth [ 1 and 2 are doubled and ] a light emitting device in this specification) 3 with which 1 was used as the translucency substrate and the laminating of 2 was carried out on the translucency substrate 1 was formed in the suitable location on the gallium nitride system compound semiconductor 2, the leadframe in which 4 lays a light emitting device, and 5 close the whole light emitting device, and condenses luminescence from the gallium nitride system compound semiconductor 2. Oxide system single crystals, such as sapphire, a zinc oxide, and a magnesium oxide, can be used for the ingredient of the translucency substrate 1, and, generally sapphire is used. Moreover, transparence resin excellent in weatherability, such as an epoxy resin and a urea resin, is used for the resin mold 5. As shown in this drawing, that most is cut in the shape of a chip so that the end face of a light emitting device may become perpendicular, and the conventional blue LED has the structure laid in the leadframe, as the translucency substrate 1 side becomes a top face, i.e., a luminescence observation side.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the light emitting device of this structure, when the translucency substrate 1 is used as sapphire, there is usually hundreds of micrometers thickness of silicon on sapphire 1. On the other hand, the light which reaches the side face of silicon on sapphire 1 among full-blue luminescence which does not pass over the thickness of a gallium nitride system compound semiconductor to several [ at most ] micrometers, but is emitted from a gallium nitride system compound semiconductor is about 10 - 40% of the whole. And if the refractive index of sapphire is set to about 3 and an epoxy refractive index is set to about 1.5 when closure resin is used as an epoxy resin, the critical angle in the boundary of sapphire and an epoxy resin becomes about 30 degrees, and all of the light 30 degrees or less which carries out incidence to a side face are not left and used effectively from the side face of silicon on sapphire.

[0004] By the way, although there is also a method of reflecting in the upper part the light which lays a light emitting device in the bottom of the cup by making the configuration of a leadframe into the shape of a cup, and is left from a side face on a cup side face, if a leadframe is made into a cup configuration, an industrial-engineering top is impossible for an assembly at the gallium nitride system compound semiconductor light emitting device of structure which turns a translucency substrate up and turns an electrode down, i.e., the light emitting device using a translucency substrate. Therefore, the conventional blue LED was the structure [ like drawing 2 ] whose most of that is, and LED of this structure could not use effectively the light left from a tip side side, but had the problem of high forward voltage that luminous efficiency was low comparatively and sufficient brightness was not obtained.

[0005] Therefore, this invention is accomplished in view of such a situation, and does not need reflecting plates, such as a cup, but the light which comes out from the side face of a light emitting device in which the gallium nitride system compound semiconductor was used is used effectively, and it takes out to an observation side side, and aims at raising the luminous efficiency of blue LED.

[0006]

[Means for Solving the Problem] A light emitting device consists of a gallium nitride system compound semiconductor by which the laminating was carried out at least to the translucency substrate and this translucency substrate, and further, by using the translucency substrate of this light emitting device as a top face, blue LED of this invention is laid on a leadframe, and is characterized by cutting the side face of said light emitting device from the direction of a vertical on the top face of a translucency substrate by the acute angle theta in the blue light emitting diode which comes to close the whole light emitting device by resin mold.

[0007] Although especially the include angle of the acute angle theta is not limited, it can change suitably with the refractive index of a translucency substrate, and the refractive index of resin mold. In order to carry out total reflection of all the luminescence of a gallium nitride system compound semiconductor to a translucency substrate side (luminescence observation side side), when the refractive index of n1 and said resin mold is set to n2 for the refractive index of a translucency substrate, as for the acute angle theta, it is desirable to be cut the include angle more than the include angle more than  $\sin^{-1}(n2/n1)$ , i.e., a critical angle. In addition, when carrying out total reflection of all the blue luminescence on a light emitting device side face by this formula, it cannot be overemphasized that what has the refractive index of the ingredient of resin mold smaller than the refractive index of a substrate is chosen.

[0008] Moreover, in order to omit the side face of a light emitting device aslant, dicing can be used and it can cut by using the blade with which the edge of a blade is adjusted to the desired include angle.

[0009]

[Function] Drawing 4 is drawing showing the structure of a light emitting device where the side face was cut by the acute angle  $\theta$  in blue LED concerning one example of this invention. Moreover, drawing 3 is drawing showing the structure of the conventional light emitting device where the side face was cut perpendicularly. In addition, these drawings omit and show the electrode and the leadframe. As shown in drawing 4, by cutting the side face of a light emitting device from the top face of the translucency substrate 1 by the acute angle  $\theta$ , blue luminescence which emits from a gallium nitride system compound semiconductor, especially blue luminescence near the light emitting device side face are reflected with the translucency substrate 1, and it becomes possible to take out and use effectively for a luminescence observation side. As explained above on the other hand, the conventional light emitting device shown in drawing 3 has overwhelmingly much light which carries out [light] total reflection within the translucency substrate 1, or is left from the side face of a light emitting device. In addition, although there is also light left from a side face in part since this drawing 4 has not carried out  $\theta$  to beyond a critical angle, naturally it can be made to reflect in an observation side side altogether by cutting  $\theta$  based on the above-mentioned formula above a critical angle.

[0010] Thus, since many blue luminescence can be reflected in an observation side by cutting the side face of a light emitting device acutely, the radiant power output of blue light emitting diode can be raised. Moreover, since the light emitting device which has a gallium nitride system compound semiconductor does not have cleavage into the ingredient itself unlike the light emitting device which used ingredients, such as other GaAs(es), GaP, and AlInGaP, it has the advantage of being easy to cut aslant. For this reason, it is very important to cut aslant the side face of the light emitting device of a gallium nitride system compound semiconductor, and to reflect blue luminescence on that side face.

[0011]

[Example] Beforehand, on silicon on sapphire, the wafer of 2 inch phi which carried out the laminating of the n mold GaN and the p mold GaN to order is prepared, a part of p mold GaN layer is etched, and a part of n mold GaN layer is exposed. Next, adhesive tape is stuck on silicon on sapphire after vapor-depositing an electrode in a predetermined configuration in the exposed n mold GaN layer and the p mold GaN.

[0012] On the other hand, in order to cut a wafer aslant, the blade which established the 30-degree inclination in both sides toward the center line of the edge of a blade, respectively as shown in drawing 5 is prepared, and it sets to a dicing saw. Next, after sticking the above-mentioned wafer on a table and cutting the X-axis from a p mold GaN layer side by dicing, 90 degrees of tables are rotated and a Y-axis is cut shortly.

[0013] After attaching a chip in a leadframe as a silicon-on-sapphire side turns into a luminescence observation side after removing a wafer from a table finally and dissociating in the shape of a chip, and connecting an electrode and a leadframe electrically, blue LED of this invention is obtained by carrying out mold to the shape of a lens with an epoxy resin.

[0014] Thus, obtained blue LED is forward voltage 5V, and showed 20 microwatts of radiant power outputs. As for the conventional blue LED which consists of a chip which omitted the side face perpendicularly on the other hand, the radiant power output had only one half mostly with 10 microwatts.

[0015]

[Effect of the Invention] As explained above, since blue LED of this invention has omitted the side face of the light emitting device aslant, it makes it reflect on the side face, and can take out luminescence of a gallium nitride system compound semiconductor from a translucency substrate effectively. And a cup-like leadframe is not needed like before, either but it excels also in productivity very much.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view expanding and showing a part of structure of the side face of the light emitting device concerning blue LED of this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing the structure of the conventional blue LED.

[Drawing 3] The sectional view showing the structure of the conventional light emitting device.

[Drawing 4] The sectional view showing the structure of the light emitting device concerning one example of this invention.

[Drawing 5] The sectional view showing the tool angle of the blade of a dicing saw.

### [Description of Notations]

- 1 ..... Translucency substrate
- 2 ..... Gallium nitride system compound semiconductor
- 3 ..... Electrode
- 4 ..... Leadframe
- 5 ..... Resin mold

---

[Translation done.]



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-343742

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00	C	8934-4M		
21/78	L	8617-4M		
	Q	8617-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-172042

(22)出願日 平成4年(1992)6月5日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社  
徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 岩佐 成人

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 長浜 慎一

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

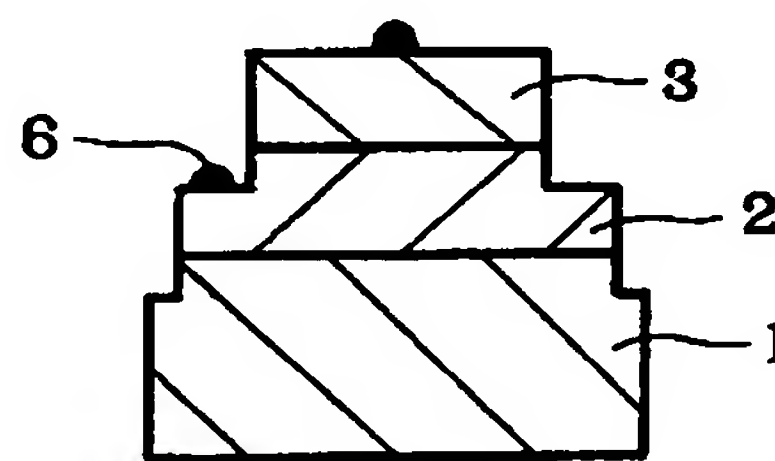
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法

(57)【要約】

【目的】 サファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体ウェハーをチップ状にカットするに際し、切断面、界面のクラック、チッピングの発生を防止し、窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性を損なうことなく優れた発光性能を有する窒化ガリウム系化合物半導体チップを得ると共に、歩留良く所望の形、サイズに切断する方法を提供する。

【構成】 サファイア基板を研磨して薄くする工程と、p型層の一部をn型層までエッチングする工程と、n型層をサファイア基板までエッチング、またはダイシングする工程と、サファイア基板をダイシング、またはスクライビングにより切断する工程とを具備する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板上にn型およびp型の窒化ガリウム系化合物半導体が順に積層されたウエハーをチップ状に分離する方法であって、サファイア基板を研磨して薄くする工程と、p型層の一部をn型層までエッチングする工程と、n型層をサファイア基板までエッチング、またはダイシングする工程と、サファイア基板をダイシング、またはスクライビングにより切断する工程と、を具備することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は青色発光ダイオード、青色レーザーダイオード等の発光デバイスに使用される窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法に係り、特に、サファイア基板上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性を損ねること無くチップ状に分離する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光デバイスはステム上に発光源である半導体チップが設置されている。その半導体チップを構成する材料として、例えば赤色、橙色、黄色、緑色発光ダイオードではGaAs、GaAlAs、GaP等が知られている。青色ダイオード、青色レーザーダイオードについては、数々の半導体材料が研究されているが、未だ実験段階であり実用化には至っていない。しかし、実用的な青色発光材料として、GaN、InGaN、GaAlN等の窒化ガリウム系化合物半導体が注目されている。

【0003】 従来、半導体材料が積層されたウエハーをチップに分離する方法としては一般にダイサー、またはスクライパーが使用されている。ダイサーとは通常ダイシングソーとも呼ばれ、刃先をダイヤモンドとする円盤の回転運動により、ウエハーをフルカットするか、または刃先巾よりも広い巾の溝を切り込んだ後、外力によってカットする装置である。一方、スクライパーとは先端をダイヤモンドとする針の往復直線運動によりウエハーに極めて細いスクライブライン（野書線）を、例えば基盤目状に引いた後、外力によってカットする装置である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前記GaP、GaAs等のせん亜鉛構造の結晶はへき開性が「110」方向にあるため、この性質を利用してスクライパーで、この方向にスクライブラインを入れることによりチップ状に簡単に分離できる。しかしながら、窒化ガリウム系化合物半導体はサファイア基板の上に積層されるいわゆるヘテロエピ構造であり、窒化ガリウム系化合物半導体とサファイアとは格子定数不整が大きい。さらに、サファイア

は六方晶系という結晶の性質上、へき開性を有していない。従って、スクライパーで切断することは不可能であった。また、サファイア、窒化ガリウム系化合物半導体ともモース硬度がほぼ9と非常に硬い物質であるため、ダイサーでフルカットすると、その切断面にクラック、チッピングが発生しやすくなり、綺麗に切断できなかった。さらに、ダイサーの刃が長時間ウエハー切断面に接することにより、ウエハーの横方向に応力（ストレス）が生じる。このため、特にn型層とp型層との界面にクラック、チッピング等が発生しやすくなり、肝心の窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性を損ねてしまうため、輝度が低下したり、寿命が非常に短くなってしまいう問題点があった。

【0005】 従って、本発明はサファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップ状にカットするに際し、切断面、界面のクラック、チッピングの発生を防止し、窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性を損なうことなく優れた発光性能を有する窒化ガリウム系化合物半導体チップを得ると共に、歩留良く所望の形、サイズに切断する方法を提供することを目的とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法は、サファイア基板上にn型およびp型の窒化ガリウム系化合物半導体が順に積層されたウエハーをチップ状に分離する方法であって、①サファイア基板を研磨して薄くする工程と、②p型層の一部をn型層までエッチングする工程と、③n型層をサファイア基板までエッチング、またはダイシングする工程と、④サファイア基板をダイシング、またはスクライビングにより切断する工程と、を具備することを特徴とするものである。

【0007】 以下、本発明の一実施例の製造方法を図面を参照しながら詳説する。図1～図6は窒化ガリウム系化合物半導体ウエハー、および素子の構造を示す断面図であり、1はサファイア基板、2はn型窒化ガリウム系化合物半導体層（以下n型層という。）、3はp型窒化ガリウム系化合物半導体層（以下p型層という。）である。但し、本発明の方法は、図面の構造の窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーにのみ適用されるものではない。

【0008】 通常、窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの厚さは、サファイア基板1で400～800 $\mu$ m、その上に積層されたn型層2、およびp型層3の厚さは多くても十数 $\mu$ mであり、そのほとんどがサファイア基板1の厚さで占められている。従って、①の工程において、サファイア基板1を研磨して、その厚さを50～300 $\mu$ mに調整することが好ましい。50 $\mu$ mよりも薄いと、ウエハー全体が割れ易くなったり、またウエハーに反りが生じる傾向にある。また、300 $\mu$ mよりも厚

いと、④の工程において、ダイシング、またはスクライピングによる切断の際にサファイア基板にチップング、クラックが発生しやすくなる。またスクライピングする場合は、スクライプラインを深くしなければならないため、細かいチップができにくくなり、チップ分離が困難になる傾向がある。研磨された基板のさらに好ましい厚さとしては100～200 $\mu$ mである。なお、①の工程は②、③の工程の後に行ってもよい。

【0009】まず、サファイア基板1上に、n型層2、およびp型層3が順に積層されたウエハーの、最上層であるp型層3上に、図1に示すように保護膜4を設ける。保護膜4はp型層3がエッチングにより侵食されるのを防ぐと共に、パターンエッチングを行うために設けるものであって、フォトレジストでパターンニングした後、例えばSiO<sub>2</sub>等の材料でプラズマCVD法を用いて形成することができる。なお、この図においてサファイア基板1は予め研磨して薄くしてある。

【0010】次に、保護膜4が設けられたp型層3を、n型層2までエッチングする(②の工程)。エッチング方法はドライ、ウエットいずれの方法でもよい。エッチング終了後、図2に示すように、酸により保護膜4を除去する。

【0011】さらに、図3に示すように、n型層2の表面にn型電極を設けられるスペースを残して、n型層2をサファイア基板1までエッチング、またはダイシングする(③の工程)。n型層2とサファイア基板1の界面にできるだけストレスをかけないようにするには、エッチングが好ましい。エッチングする場合には、前述したように保護膜をエッチング面以外(p型層3とn型層2の電極形成部分)に形成する必要がある。

【0012】次に、図4に示すように、③の工程により露出されたサファイア基板をスクライピングして、スクライプライン(野書線)5を入れた後、サファイア基板側から押し割って分離する(④の工程)。①の工程によりサファイア基板の厚さを薄くしているため、スクライプライン5を入れて押し割ることによって、綺麗にチップ状に分離することができる。スクライプラインの深さは特に規定するものではないが、基板の厚さの5%以上の深さで入れることにより、へき開性の無いサファイアでも切断面をほぼ平面状とすることができ、好ましく切断できる。

【0013】また、図5に示すように、ダイシングによりサファイア基板1を直接フルカットしてもよい。この場合においても、サファイア基板1を予め薄くしてあるためダイシング時間を短縮でき、ストレスをかけずに綺麗に切断できる。

【0014】

【作用】図6は、④の工程のスクライピングまたはダイシングによって分離された窒化ガリウム系化合物半導体素子のn型層2、およびp型層3に電極6を形成した状

態を示す断面図である。

【0015】この図において、n型層2とp型層3の界面、即ち、p-n接合面はエッチングされているため、この界面には従来のダイシングによるストレスはかかっておらず、窒化ガリウム系化合物半導体結晶の損傷はほとんど無い。さらに、サファイア基板1とn型層2の界面においても、予め①の工程により、n型層2の途中までエッチングされているため、ダイシングを行うにしても、その切断深さを短くすることができるため、ストレスのかかる割合が従来に比して大幅に減少する。従って、本発明の方法により得られた窒化ガリウム系化合物半導体チップは、格子不整合に起因する窒化ガリウム系化合物半導体層のクラック、チップングが防止されており、半導体結晶を損傷すること無く結晶性が保持されている。また、サファイア基板を研磨して薄くすることにより、へき開性の無いサファイア基板でもスクライプで綺麗に切断でき、またダイシングにおいても切断時間を短縮できるという優れた利点がある。

【0016】

【実施例】以下、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法を実施例で説明する。

【0017】[実施例1] 厚さ450 $\mu$ m、大きさ2インチφのサファイア基板上に、順にn型Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層とp型Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層を合わせて5 $\mu$ mの厚みで成長させた発光ダイオード用のGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>エピタキシャルウエハーのp型Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層に、フォトレジストでパターンを形成する。

【0018】フォトレジストの上からプラズマCVD法により保護膜としてSiO<sub>2</sub>膜を0.1 $\mu$ mの膜厚で形成した後、溶剤によりフォトレジストを剝離して、パターンニングされたSiO<sub>2</sub>膜を残す。

【0019】ウエハーをリン酸と硫酸の混酸に浸漬し、p型Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層をn型Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>層までエッチングする。

【0020】エッチング後、研磨機にてサファイア基板を150 $\mu$ mまで研磨する。

【0021】研磨後、ウエハーをダイシングソーに設置し、ブレード回転数30,000rpm、切断速度0.3mm/secの条件で、ダイヤモンドブレードにて、所定のカットライン(350 $\mu$ m角)上を20 $\mu$ mの深さでダイシングする。

【0022】次に、基板側に粘着テープを貼付し、スクライパーのテーブル上に張り付け、真空チャックで固定する。テーブルはx軸(左右)、y軸(前後)に動き、180度水平に回転可能な構造となっている。固定後、スクライパーのダイヤモンド刃でダイシングの跡をスクライプしてラインを引く。ダイヤモンド刃が設けられたバーはz軸(上下)、y軸(前後)方向に移動可能な構造となっている。ダイヤモンド刃の刃先への加重は100gとし、スクライプラインの深さを深くするため、同一のラインを2回スクライプすることにより深さ10 $\mu$ mとする。



【0023】スクライブラインを引いたGaNウエハーをテーブルから剥し取り、サファイア基板側からローラーにより圧力を加えて、押し割ることによりGaNチップを得た。

【0024】このようにして得られたGaNチップより外形不良によるものを取り除いたところ、歩留は95%以上であった。また、このGaNチップのp型GaN層、およびn型GaN層にAu電極を取り付けた後、常法に従い発光ダイオードとしたところ、順方向電圧4.0Vにおいて、発光出力は50μW、発光寿命は5000時間以上であった。

【0025】【比較例1】実施例1と同一のGaNエピタキシャルウエハーを、同様にしてn型GaN層までエッチングした後、サファイア基板を研磨せずに、直接ダイサーを用い、同じくブレード回転数30,000rpm、切断速度0.3mm/secの条件で、350μm角のチップにフルカットしたところ、切断線に対し無数のクラックが生じ、歩留は30%以下であった。また、残ったGaNチップのp型層およびn型層に同じくAu電極を取り付け、発光ダイオードとしたところ、順方向電圧4.0Vにおいて、発光出力20μW、発光寿命は50~70時間であった。

【0026】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の方法によると、pn接合部はストレス無く分離できることで、従来問題となっていた特性劣化、特に発光寿命、発光出力において大幅な改善が認められた。また、窒化ガリウム系化合物半導体とサファイア基板との格子定数不整から生

じる、結晶面のクラック、チッピング等を防止でき、窒化ガリウム系化合物半導体チップを歩留良く製造でき、その産業上の利用価値は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図2】 本発明の一実施例の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図3】 本発明の一実施例の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図4】 本発明の一実施例の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

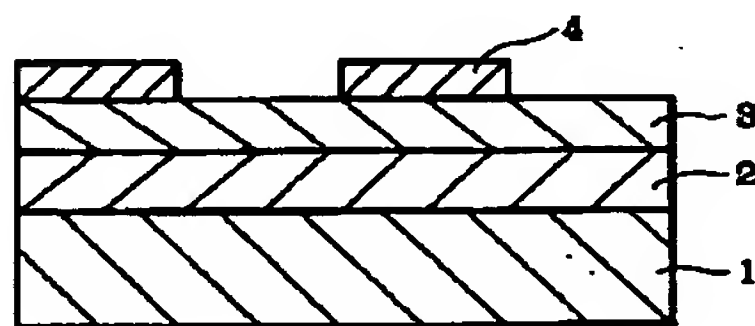
【図5】 本発明の一実施例の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの構造を示す断面図。

【図6】 本発明の一実施例の工程において得られる窒化ガリウム系化合物半導体チップの構造を示す断面図。

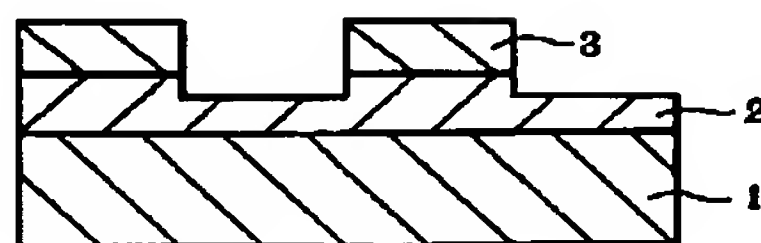
【符号の説明】

- 1……サファイア基板
- 2……n型窒化ガリウム系化合物半導体層
- 3……p型窒化ガリウム系化合物半導体層
- 4……保護膜
- 5……スクライブライン
- 6……電極

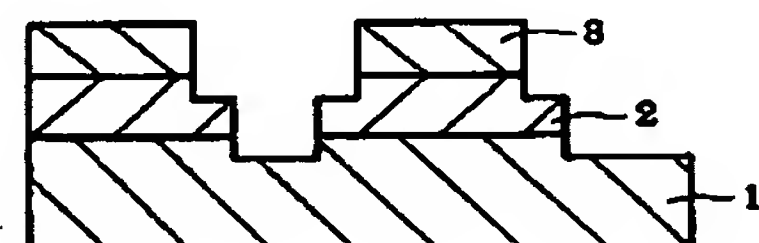
【図1】



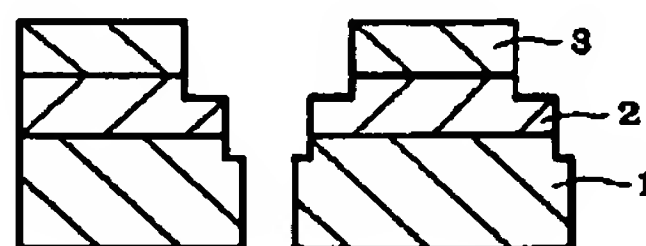
【図2】



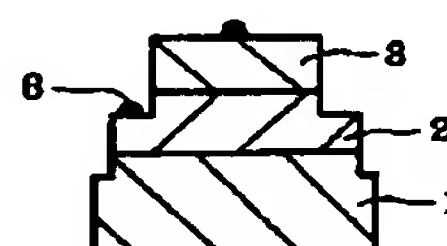
【図3】



【図5】



【図6】



【図4】

